Aus dem
Landestierseuchenamt Rostock.
(Direktor: Professor Dr. Dr. Poppe)

Untersuchungen über die Wirkung des Katadyn-Silbers auf Bakterien der Mundhöhle.

—

Dissertation

Zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

August Goetze

—

Rostock 1932.

Buchdruckerei J. W. Rossi, Flensburg.

Aus dem
Landestierseuchenamt Rostock.
(Direktor: Professor Dr. Dr. Poppe)

Untersuchungen über die Wirkung des Katadyn-Silbers auf Bakterien der Mundhöhle.

Dissertation
Zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

August Goetze

Rostock 1932.

Buchdruckerei J. W. Rossi, Flensburg.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Referent: Prof. Dr. Dr. Poppe

Die Schleimhaut der Mundhöhle ist für Mikroorganismen jeder Art ein vorzüglicher Nährboden. Fast alle bekannten pathogenen Keime können sich in der Mund-, Rachen- und Nasenhöhle längere Zeit lebensfähig erhalten und entweder bestimmte Infektionen veranlassen oder auch bei gesunden Menschen vorkommen, ohne Veränderungen auszulösen.

Neben pathogenen Bakterien beherbergt die Mundhöhle eine große Zahl von saprophytischen Mikroorganismen, die bei starker Vermehrung Zersetzungs- und Fäulnisvorgänge bewirken und durch ihre Produkte das gesamte Gewebe schädigen und krankhafte Zustände herbeiführen können. Um eine schädigende Wirkung der Mikroorganismen zu verhindern, kann aber keineswegs die Forderung aufgestellt werden, eine völlige Entkeimung der Mundhöhle zu erreichen. Die Erfüllung dieser Forderung wäre zu weitgehend, denn manche Keime in der Mundhöhle sind von Nutzen und für Verdauungsvorgänge unentbehrlich. Andererseits müssen aber Vorkehrungen getroffen werden, um Gärung sowie Fäulnisvorgänge, die Ursache für Zahnkrankheiten und üblen Mundgeruch sein können, zu verhindern.

Einer wirksamen Entkeimung der Mundhöhle stellen sich die verschiedensten Schwierigkeiten entgegen. Wenn eine solche der Schleimhaut für eine gewisse Zeit mit einigen Mitteln auch möglich ist, so ergibt sich damit noch nicht, daß dieser Erfolg in jedem Falle zu erzielen ist. Individuelle Verhältnisse, die Atmung, die Art der Nahrung, deren Zubereitung und ihre Aufnahme sind ebenso von Bedeutung wie die Zahl der verschiedenartigen Bakterien, die in der Mundhöhle vorkommen, die sich dauernd vermehren, sowie die Keime, die mit der Nahrung und Luft fortgesetzt zugeführt werden.

Für die Verminderung der Mikroorganismen in der Mundhöhle kommen zwei Wege in Betracht, die darin beruhen, daß entweder den Keimen der Nährboden entzogen wird oder daß keimtötende Mittel zur Anwendung kommen. Für diesen Zweck sind die verschiedensten Antiseptika bis zu den unzähligen im Handel befindlichen Patentmundwässern und Zahnpasten empfohlen worden. Um ein gewisses Urteil über den Wert der Mundhöhlendesinfektion zu bekommen, wird zunächt ein Überblick über die gebräuchlichsten Mundantiseptika und Spülwässer und ihre bakteriziden und sonstigen Eigenschaften gegeben. An Mundspülwässer ist die Forderung zu stellen, daß nur solche Stoffe zur Anwendung kommen, die für die Mundschleimhaut, für die Zähne und den Gesamtorganismus nicht schädlich sind. Dabei soll ein Mundwasser hinreichend desinfizierende Kraft sowie einen nicht unangenehmen Geschmack und Geruch haben und möglichst noch eine starke Nachwirkung entfalten.

Als erster hat *Miller* Untersuchungen angestellt unter Verwendung rein antiseptischer Mittel, die allgemein in der Medizin für Desinfektionszwecke zur Verwendung kommen. Das Ergebnis dieser Prüfungsversuche ist jedoch sehr verschieden gewesen, so daß *Miller* folgendes darüber berichtet hat: „Selbst bei gründlicher Anwendung der Antisepticis bleiben in jedem Gebisse verborgene Stellen entweder gänzlich unberührt oder das Antiseptikum erreicht sie in so verdünntem Zustande, daß es sehr wenig Kraft mehr besitzt. Eine Hauptschwierigkeit liegt ferner darin, daß beinahe sämtliche Mittel, welche ausgesprochene antiseptische Eigenschaft besitzen, in der Mundhöhle garnicht oder nur in sehr verdünnten Lösungen Verwendung finden können, weil sie entweder der Gesundheit im allgemeinen schädlich sind, oder lokal die Mundschleimhaut oder die Zähne selbst angreifen. Endlich sind viele sonst brauchbare Antiseptika wegen ihres schlechten Geschmackes und Geruches ausgeschlossen."

Auch auf die technischen Schwierigkeiten bei der Mundhöhlendesinfektion hat *Miller* hingewiesen: „Gewöhnlich bleibt das Mittel höchstens eine Minute mit der Mundschleimhaut und den Zähnen in Berührung, und so brauchen wir denn

auch zum Zwecke der Sterilisierung der Mundhöhle ein Mittel, welches in anwendbarer Konzentration imstande ist, Keime innerhalb einer Minute zu töten." Bei seinen Untersuchungen benutzte *Miller* folgende Versuchsanordnung:

1. Spülung mit dem zu untersuchenden Mittel während 10 Sekunden. Darauf wurden Teile der Spülflüssigkeit mittels Platinöse in Bouillon verbracht, worauf nach Bebrütung der Keimgehalt festgestellt wurde.
2. Mundspülungen mit Wasser, danach 5 Minuten langes Spülen mit dem Desinfektionsmittel, Nachspülen mit Wasser.
   Beide Male wurde das Spülwasser als Impfmaterial für Agarplatten benutzt.

Diese Versuche ergaben hinsichtlich einiger besonders schnell wirkender Mittel folgendes Ergebnis. Es wirkten: Sublimat 1:100000 in 2–5 Min., Wasser-stoffsuperoxyd 1:8000 in 10—15 Min, Salicylsäure 1:200in 1—2 Min, Thymol 1:15000 in 2—4 Min. Andere antiseptische Mittel wie Jodoform, Alkohol, Karbolsäure, Chromsäure benötigten zur Erreichung eines hinreichenden Erfolges längere Zeiten.

Ähnliche Untersuchungen wie *Miller* hat *Krüger* angestellt. *Krüger* hat zwar nicht versucht, die ganze Mundhöhle keimfrei zu machen, sondern verfolgte das Ziel, die für Injektionen in Betracht kommenden Teile der Mundschleimhaut steril zu erhalten, z. B. die Umschlagfalten der oberen und unteren Front, die Schleimhaut über den Trigonum retromolare, die Weichteile in der Gegend der oberen und unteren Molaren. *Krüger* berichtete: „Als bestes Desinfektionsmittel stellte sich Methylviolett heraus, das in allen Fällen zu einem positiven Ergebnis führte. Das zweitbeste Desinfiziens war Thymolalkohol, gut waren die Erfolge mit Jodtinktur und Hypochlorid. 80%iger Alkohol wirkte so gut wie garnicht keimtötend." Rein antiseptisch wirkende Mittel sind in der Regel nicht zur täglichen Mundpflege zu verwenden, weil sie entweder starke Gifte sind und nur in vom Arzt oder Zahnarzt genau angegebenen Konzentrationen verwendet werden dürfen, oder weil sie bei längerem Gebrauch schädigend auf den Organismus wirken. Der durchweg schlechte Geschmack und Ge-

ruch läßt solche Mittel für die Mundpflege wenig geeignet erscheinen. Einen großen Anwendungsbereich haben dagegen Zahnwässer und Zahnpasten gefunden, die unter Verwendung von aromatischen Substanzen und ätherischen Ölen hergestellt sind. In den meisten Fällen haben diese Mittel einer gewissenhaften wissenschaftlichen Nachprüfung nicht standhalten können.

Mit zehn verschiedenen Mundwässern hat *Bassenge* Laboratoriumsuntersuchungen angestellt unter Verwendung von Typhus- und Cholerabazillen als Testobjekte mit dem Ergebnis: „Die Mehrzahl der untersuchten Zahnwässer hat nur eine sehr geringe antiseptische Wirkung, da durch sie, mit Ausnahme von Perhydrol 30% und Stomatol 2%, Typhusbazillen, auch bei 3 Minuten dauernder Einwirkung nicht vernichtet werden. Man kann sich nach diesen Versuchsergebnissen nicht vorstellen, daß durch den Gebrauch derartiger Mundwässer eine wesentliche Veringerung der Mundbakterien eintritt." *Küster* und *Weißbach* benutzten als Spülmaterial physiologische Kochsalzlösung, Odol, Odonta-Wasser, Wasserstoffsuperoxyd 1%, Pebeco-Mundwasser und Suspensionen von Bolus alba. Die hierbei erzielten Erfolge waren durchaus negativ, zum mindestens insoweit, als der Keimgehalt der Mundhöhle durch irgendwelche Mittel chemischer Natur ohne Schädigung des Organismus beträchtlich vermindert werden konnte. Physiologische Kochsalzlösung war als isotonische Lösung das indifferenteste Spülwasser. Bolus alba war ein mechanisch sehr gut reinigendes Mittel und zugleich ein vorzügliches Heilmittel bei Anginen und Diphtherie. Ähnliche Versuche im Reagenzglas wie an Personen mit Odol, Kosmin und Stomatol stellte *Loewe* an, der nur eine geringgradige desinfizierende Wirkung von Kosmin und Odol feststellen konnte. *Pélnàr* hat 11 verschiedene Mundwässer auf ihre antiseptische Wirkung hin geprüft und festgestellt, daß diese Mundwässer auf die Mundschleimhaut eher reizend als zusammenziehend wirken. In vitro vernichteten nicht einmal starke Lösungen in einer Viertelstunde den B. pyoceaneus oder den Staph. pyogenes aureus oder Soor. Selbst zehn Minuten dauernde Ausspülungen mit 6%igen Lösungen waren wirkungslos. Auf die Sporen des B. anthracis hatten auch die nicht verdünnten

Lösungen gar keinen Einfluß. Denselben negativen Effekt hatte ein 10 Minuten langes Ausspülen mit Brunnenwasser, selbst eine 2 Stunden lange Ausspülung hatte keinen Erfolg, wodurch gleichzeitig bewiesen wurde, daß das einfache Ausspülen mit Wasser oder Odorantien auf die auf der Mundschleimhaut befindlichen Mikroben keinen mechanischen Einfluß hat. Die Fäulnis eines Fleischbreies verhinderte kein Mundwasser. Etwas günstigere Ergebnisse hatte *Selander*, der 11 verschiedene Mundwässer und Zahnpasten auf ihre bakterizide Wirkung gegen Typhus- und Diphtheriebazillen und Streptokokken untersucht hat und zu dem Schluß kam: „Wenn man als ein Erfordernis der Zahn- und Mundpflege nicht nur eine Verminderung des Bakteriengehaltes des Mundes, sondern auch eine Vernichtung etwaiger im Mund befindlicher pathogener Keime betrachtet, dann erfüllen dieses Verlangen von den untersuchten Mitteln Stomatol und Rosodont in vollkommener Weise. Man kann ein Zahnwasser oder eine Zahnpaste, welche Bakterien innerhalb einer Zeit vernichten, die der üblichen Verwendungsweise entspricht, wohl als Prophylaktikum gegen diese Bakterien bei regelmäßiger Verwendung betrachten." *Fromme* und *Blessing* haben 7 verschiedene Zahnpasten auf ihren bakteriziden Wert geprüft, mit dem Ergebnis, daß die im Versuch ermittelten Desinfektionswerte zu gering waren, um den Pasten bei der Reinigung von Zähnen und Mund eine Bedeutung zuzusprechen. Auf die vorwiegend mechanische Wirkung der Pasten, verbunden mit einer Adsorption der Bakterien durch die in den Mitteln enthaltenen wirksamen Kolloide, hat *Manasse* hingewiesen. *Walther* hat gefunden, daß die Zahnkreme Kolynos innerhalb kurzer Zeit Diphtheriebazillen, Streptokokken und Pneumokokken abtötet und auch Fäulnisvorgänge verhindert. Ein ähnliches Urteil über die Brauchbarkeit von Kolynos hat *Wendt-Dimkowa* abgegeben. Schließlich sind noch die Arbeiten von *Hefelmann* und *Seifert* anzuführen, die allgemeine Richtlinien über die Anforderungen, die brauchbare Mundwässer erfüllen sollen, aufgestellt und in dieser Richtung Versuche vorgenommen haben. Das allgemeine Urteil über den bakteriologischen Wert der Mundwässer und Zahn-

pasten ist dahin zusammenzufassen, daß ihnen eine desinfizierende Wirkung nicht zukommt. Es lag daher der Gedanke nahe, andere Mittel und Kräfte zur Entkeimung der Mundhöhle heranzuziehen.

Außer der üblichen Desinfektion unter Verwendung keimabtötender Mittel, kann auch eine Keimvernichtung durch unmittelbare Metallwirkung erreicht werden. Diesem Verfahren liegt die Beobachtung von *Naegeli* zugrunde, daß stark verdünnte Silbernitratlösungen auf Spirogyren anders einwirken als konzentrierte Lösungen und in Verdünnungen von 1—10 Millionen bis 1—100 Millionen Abtötung der Algen hervorriefen. Da diese Wirkung nur in stark verdünnten Lösungen nach Ansicht *Naegelis* nicht als chemische anzusehen war, wählte er für diesen Vorgang die Bezeichnung oligodynamische Wirkung, um damit anzudeuten, daß nur in stark verdünnten Lösungen eine solche Wirkung auftritt. *Thiele* und *Wolf* stellten dann fest, daß die oligodynamische Wirkung nicht nur bei Algen, sondern auch bei Bakterien zu beobachten ist. Von der oligodynamischen Wirkung der Metalle ist schon seit längerer Zeit Gebrauch gemacht worden, ohne bewußt zu sein, welche Faktoren hier maßgeblich seien und bevor der Ausdruck „Oligodynamie" geprägt worden war. Tatsache war, daß offene Wunden, die mit Silberplatten bedeckt wurden, besser und schneller heilten als ohne eine solche Behandlung. Davon wurde schon Gebrauch gemacht bei großen Plastiken, bei denen vor Anlegung des Verbandes die Wundfläche mit dünner Silberfolie belegt wurde. Knochenbrüche, mit Silberdraht genäht, zeigten äußerst geringe Neigung zur Infektion. Eine befriedigende Erklärung der oligodynamischen Wirkung ist bis heute noch nicht gegeben worden, wenn auch mit den verschiedensten Methoden versucht wurde, in den Mechanismus dieses Phänomens einzudringen. Mehrere Theorien sind zur Erklärung der oligodynamischen Wirkung aufgestellt; die der Ionenwirkung von *Thiele-Wolf*, die der Fernwirkung von *Saxel* und die der Katalytwirkung von *Wernicke*. Die am meisten vertretene Ansicht ist, daß sowohl beim Silber als beim Kupfer die durch Kontakt mit Wasser auftretende oligodynamische Wirkung auf

Lösungsprozesse zurückzuführen ist, es besteht aber keine Einigkeit darüber, ob das Metall als solches in Lösung geht oder an der Oberfläche der Metalle entstandene Salze. Keine Klarheit besteht weiterhin darüber, ob die minimalen Mengen in Lösung gegangener Metalle oder die Metallsalze auf chemischem oder katalytischem Wege wirksam werden, und völlig dunkel bleibt, auf welchem Wege nun niedere Lebewesen, wie Algen und Bakterien, vernichtet werden.

In die technische Praxis hat die oligodynamische Wirkung zur Sterilisierung von Wasser Eingang gefunden. Ein besonderes Verfahren zur Wasserentkeimung ist von *Krause* ausgearbeitet und „Katadynverfahren" bezeichnet worden. Das *Krause*sche Verfahren bezweckt, das Wasser nicht nur keimfrei zu machen, sondern dem Wasser auch eine erhöhte bakterizide Kraft zu verleihen, die es nach der Trennung vom Metall beibehält. Damit wäre die Möglichkeit gegeben, so vorbehandeltes Wasser zu Desinfektionszwecken zu verwenden.

Das Prinzip des Verfahrens von *Krause* beruht nach seinen Angaben auf der Wirkung von Silber, das durch einen Bläh- bezw. Verblasprozeß hergestellt ist. Auf diese Art wird ein Silberpräparat erhalten, das lamelläre Struktur aufweist und damit durch seine große Oberfläche die oligodynamische Wirksamkeit in hohem Maße zeigt. Durch dieses Verfahren ist es auch möglich geworden, das Silber auf beliebige Träger zum Haften zu bringen. Ausgangsmaterial ist Feinsilber, das durch den Prozeß in ein nicht kolloidales Silber von mikrokristallinischer bis submikroskopischer Struktur von vorwiegend lamellärer Schichtung umgewandelt wird. Der Wirkungsgrad dieses geformten Silbers, — errechnet aus der aufgewendeten Silbermenge, der Wirkungsgeschwindigkeit und der erreichten bakteriziden Leistung — zeigte sich in den Versuchen von *Krause* um ein Vielfaches größer als die Wirkung von Silber in der bisher gekannten Anwendung in Form von Blech, Draht, Körnern oder Staub. Während gewöhnliches Silber zur Erreichung eines bestimmten Sterilisierungseffektes Tage oder Wochen benötigte, braucht das Silber in der neuen Zustandsform bei gleicher Gewichtsmenge nur Stunden oder Minuten.

Krause ging zur Feststellung der oligodynamischen Wirkung seines Silbers auf Bakterien von zwei Grundversuchen aus:

1. Prüfung, in welcher Zeit eine bestimmte Bakterienmenge in Gegenwart einer bestimmten Menge oligodynamischen Metalles in einer bestimmten Wassermenge abgetötet wird.
2. Die Prüfung, in welchem Maße eine bestimmte Menge Wasser, das mit einer bestimmten Menge oligodynamischen Metalles in Berührung gewesen war, bakterizide Kraft annimmt.

Über die Ergebnisse hat *Krause* zum Grundversuch 1 berichtet, das sich die oligodynamische Wirkung des Silbers bei seinem Verfahren außerordentlich steigern läßt. Diese Steigerung betrifft den Mengen- und den Zeitfaktor. Während bisher maximal zwischen 10 und 100000 Keimen pro ccm abgetötet wurden, gelingt jetzt die Vernichtung mehrerer Millionen von Keimen pro ccm mit Sicherheit. Als höchste Sterilisierungsleistung zeigte sich die Abtötung von 21 Millionen Keimen pro ccm in einem halben Liter Wasser nach 48 Stunden. Hinsichtlich des Zeitfaktors ergaben sich folgende Befunde: Während bisher erst nach Tagen oder Wochen und auch dann nur sehr begrenzte Bakterienmengen abgetötet wurden, gelingt es jetzt, Bakterienaufschwemmungen von 1 Million Keimen pro ccm und darüber innerhalb weniger Stunden zu vernichten. Der Sicherheitsfaktor ist demnach sowohl bezüglich der Menge der Keime wie der Sterilisierungszeit beträchtlich erhöht. Im Grundversuch 2 zeigte sich, daß bei dem *Krause*schen Verfahren im Vergleich zur bisherigen Anwendungsform des Silbers eine ganz erhebliche Steigerung der bakteriziden Kraft des aktivierten Wassers erreicht wird. Diese Steigerung betrifft sowohl den Zeit- wie den Mengenfaktor.

Die dem Wasser durch das Katadyn-Verfahren verliehene oligodynamische Wirkung, die als Aktivierung bezeichnet wird, bleibt, auch wenn der Kontakt mit dem Silber unterbrochen wird, ungeschwächt erhalten. Aktiviertes Wasser, das bis zu 13 Monaten aufbewahrt und deren bakterizider Titer dauernd geprüft wurde, zeigte keine Veränderung in seiner bakteriziden Eigenschaft. Nach Angabe von *Krause* soll die

Aktivierung auf einer Lösung des Silbers in Wasser beruhen und je nach der Kontaktzeit des Katadyn-Silbers mit dem Wasser 15—16 Millionstel g des Silbers in Lösung gehen. Einen Wirkungsunterschied des Katadyn-Silbers auf die verschiedensten pathogenen Keime, die etwa zu gleichen Zeiten wie das als Testobjekt meist verwandte B.coli vernichtet wurden, hat *Krause* nicht festgestellt. Dasselbe Ergebnis zeitigten auch Versuche mit aktiviertem Wasser. Für die Praxis der Wasserentkeimung hat *Krause* die oligodynamische Wirkung noch zu steigern versucht dadurch, daß er das mit Keimen beimpfte Wasser durch Filter leitet, die Katadyn-Silber enthalten. Auch hierbei wurde eine erhöhte Wirksamkeit im Vergleich zu den bisher gebräuchlichen Filtern festgestellt. Die Mikroorganismen wurden in den Filtern nicht nur aufgefangen, sondern auch abgetötet und dabei dem filtrierten Wasser bakterizide Kraft verliehen. Nachprüfungsversuche von verschiedener Seite haben eine Bestätigung der *Krause*schen Befunde ergeben. *Degkwitz* hat auf die Vorzüge zur Sterilisierung von Trinkwasser hingewiesen. *Konrich* hat das Katadyn-Verfahren als ein neues und nützliches hygienisches Rüstzeug bezeichnet und die Möglichkeit bestätigt, die oligodynamische Kraft mit den bisher angewandten Filtriermethoden zur Herstellung von einwandfreiem Wasser zu verbinden. Nach *Thieme* eignet sich das Verfahren zur Entkeimung von Gebrauchswasser jeder Art. *Karsten* hat mitgeteilt, daß durch das Katadyn-Verfahren ein Weg gefunden ist, die Wasserentkeimung in kurzer Zeit und mit genügender Sicherheit durchzuführen. *Markvoort* und *Wieringa*, die die hohe oligodynamische Wirkung des Katadyn-Silbers bestätigen, haben darauf hingewiesen, daß die bakterizide Wirkung bei wiederholter Verwendung abnimmt. Ferner haben sie festgestellt, daß die einzelnen Bakterienarten eine verschiedene Empfindlichkeit gegenüber dem aktivierten Wasser besitzen und daß die Aktivierung bei höheren Temperaturen schneller vor sich geht und diesen Vorgang auf bessere Löslichkeit des Silbers zurückgeführt. *Gottschalk* hat die verschiedenen Faktoren, die für die Beeinflussung der Katadyn-Wirkung in Betracht kommen können, näher geprüft und gefunden: Erhöhte Keimkonzentration bewirkt Verzögerung der

Sterilisierung; Vergrößerung der Menge des keimhaltigen Wassers ist von größerer Bedeutung als die Anzahl der Keime; starker Salzgehalt des Wassers bedingt eine gewisse Verlangsamung des oligodynamischen Prozesses; Abhängigkeit der Katadyn-Wirkung von der Temperatur insoweit, als bei niedrigen Temperaturen während der Aktivierung weniger Silber, bei erhöhter Temperatur dagegen mehr Silber in Lösung geht; Sauerstoff bewirkt eine Hemmung der Silberlöslichkeit und damit eine geringere Aktivierung des Wassers, fördert dagegen die bakterizide Wirkung des gelösten Silbers. *Fresenius* hat über die Verwendbarkeit des Katadyn-Verfahrens in der Mineralwasserindustrie berichtet und angegeben, daß Katadyn-Wasser zur Entkeimung von Flaschen verwendet werden kann. Auf die Möglichkeit der inneren Verabreichung von aktiviertem Wasser zu Heilzwecken hat *Markwalder* hingewiesen:

Die oligodynamische Wirkung des Silbers ist außerdem benutzt worden für die Herstellung besonderer Präparate. Die Eigenschaft des Bolus, Mikroorganismen zu adsorbieren, hat *Bechhold* veranlaßt, die Boluswirkung mit der oligodynamischen Silberwirkung zu vereinigen. *Bechhold* hat darüber ausgeführt: „Das Ziel wurde nicht nur erreicht, sondern es wurde eine Substanz erzielt, die in Bezug auf Adsorptionskraft für Bakterien den Kohle- und Boluspräparaten überlegen ist und ein Desinfektionsvermögen besitzt, das alle früheren Präparate übertrifft." Auf die Feststellung von *Bechhold* sind auf Veranlassung von *Weichhardt* sogenannte Silargetten hergestellt worden; damit wurde der erste Versuch gemacht, die oligodynamischen Kräfte des Silbers für die Mundhygiene zu verwenden. Die Silargetten bestehen aus Kaugummi, das mit einem Zusatz von Silargel versehen ist. Silargel ist ein Chlorsilberkieselsäuregel, mit einem Silbergehalt von 0,5% und als eine Vereinigung der Adsorptionswirkung mit der oligodynamischen Silberwirkung anzusehen. Über den Wert der Silargetten sind von *Hartung* und *Maurer* eingehende Versuche angestellt worden, die darauf hingewiesen haben, daß bei der Wirkung drei Faktoren zu beachten sind: die Adsorptionswirkung des Chlorsilbers; die durch den Kauakt hervorgerufene gesteigerte Sekretion der Speicheldrüsen und die durch die Speichelmenge

geförderte Wegschwemmung von Bakterien aus der Mundhöhle nach dem Verdauungskanal. Weitere Laboratoriums- und Klinikversuche von *Hoder, Kraus, Januschke, Jehle, Grabner, Schupfer, Urbantschitsch, Hopstein* und *Polland* haben die bakterizide Wirkung der Silargetten bestätigt.

Die von verschiedenen Seiten gemachten Feststellungen, daß dem nach dem Katadyn-Verfahren von *Krause* aktivierten Wasser eine erhebliche bakterizide Wirkung zukommt, ließen es angezeigt erscheinen, nähere Untersuchungen darüber anzustellen, ob das aktivierte Wasser zu desinfizierenden Spülungen der Mundhöhle geeignet ist. Auf Veranlassung von Herrn *Prof. Dr. Dr. Poppe* wurden diese Untersuchungen im bakteriologischen Laboratorium des Landestierseuchenamtes in Rostock angestellt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn *Prof. Dr. Dr. Poppe* für Überlassung des Themas und die stets bereitwillige Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen Dank auszusprechen.

Eigene Untersuchungen.

Die folgenden Untersuchungen hatten den Zweck, die Wirkung des Katadyn-Silbers auf die verschiedensten Mundbakterien festzustellen und erstreckten sich auf die Prüfung des aktivierten Wassers und des Katadyn-Bolus. Zunächst wurde in Vorversuchen die oligodynamische Wirkung verschiedener Metalle und die Eignung des zu verwendenden Katadyn-Sterilisators von *Krause* geprüft. Die Reihenfolge der gesamten Versuche war folgende:

1. Vorversuche mit metallischem Silber, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn und Aluminium.
2. Prüfung des Katadyn-Sterilisators von Krause.
3. Untersuchungen von aktiviertem Wasser auf seine oligodynamische Wirkung.
   a) Reagenzglasversuche,
   b) Mundspülversuche.
4. Untersuchung von Katadyn-Bolus.
   a) Reagenzglasversuche,
   b) Mundspülversuche.

Zu den Reagenzglasversuchen wurden Keime verwendet, die aus der Mundhöhle von Versuchspersonen isoliert worden waren. Bei diesen Keimen handelte es sich auf Grund der Kulturdifferenzierung um Mikrokokken (Staphylokokken), Streptokokken und gramnegative Kurzstäbchen der Coligruppe. Ferner wurden verschiedene Arten von Sammlungsbakterien verwandt: Staph. aureus, Streptococcus haemolyticus, Bacterium diphtheriae, Diplococcus pneumoniae, Bacterium coli. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde bei den Reagenzglasversuchen jedesmal die gleiche Bakterienmenge verwandt. Von jeder Bakterienart wurden Standardaufschwemmungen von 10 ccm Wasser mit 50 Millionen Keimen hergestellt und mit deren Dichte alle später zur Verwendung gelangenden Aufschwemmungen in Einklang gebracht. Von diesen Aufschwemmungen wurden dann in allen Fällen 0,2 ccm zu 10 ccm in das zu prüfende Wasser verbracht, sodaß auf 1 ccm 1 Million Keime entfielen. Zu den Mundspülversuchen wurden die in der Mundhöhle der Versuchsperson befindlichen Keime benutzt. Eine nähere Differenzierung der in der Mundflüssigkeit befindlichen Keime wurde bei diesen Untersuchungen nicht vorgenommen und nicht für nötig erachtet, weil bei der bakteriologischen Prüfung nur festzustellen war, ob sich die Keimzahl in der Mundflüssigkeit durch den Versuch vermindert hatte.

1. Vorversuche mit metallischem Silber, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn und Aluminium.

Die Vorversuche erstreckten sich auf die Prüfung der oligodynamischen Wirkung von metallischem Silber, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn und Aluminium. Von den in Form von Folien vorliegenden Metallen wurden 2×5 cm große Stücke in sterile Reagenzgläser, die mit 10 ccm keimfreiem, destilliertem Wasser gefüllt waren, verbracht. Die Oberfläche der Metallstücke betrug 20 cm^2. Das Wasser wurde einmal mit B coli, ein anderes Mal mit Staph. aureus beimpft, zur Kontrolle diente keimfreies, destilliertes Wasser ohne Metall, das mit der gleichen Menge dieser Keime beschickt war. In Abständen von je einer Stunde wurden Proben des beimpften

Wassers auf Nährböden übertragen. Die Versuchsreihen erstreckten sich auf 24 Stunden. Für B. coli wurde die Lackmusmilchzucker-Agarplatte (Drigalski), für Staph. aureus die Agarplatte benutzt. Nach einem Aufenthalt der beimpften Nährböden von 24 Stunden im Brutschrank bei 37° C wurde festgestellt, daß in den mit Silber beschickten Röhrchen eine Keimabtötung nach 3 Stunden, in den mit Kupfer beschickten nach 4 Stunden eingetreten war, während bei den anderen Metallen wie in den Kontrollproben eine Abtötung nicht erfolgt war. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in der Tabelle I zusammengefaßt.

Tabelle I.

Oligodynamische Wirkung verschiedener Metalle auf B. coli und Staph aureus.

Entnahme der Proben	Silber		Kupfer		Nickel		Zink		Zinn		Aluminium		Kontrolle	
	Coli	Staph	Coli	Staph	Coli	Staph	Coli	Staph	Coli	Staph	Coli	Staph	Coli	Staph
nach 0 Std.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ 1 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ 2 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ 3 „	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ 4 „	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ 5 „	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ 12 „	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ 24 „	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ = Wachstum − = kein Wachstum

Ferner wurde geprüft, ob keimfreies destilliertes Wasser, das mit den fraglichen Metallen längere Zeit in Berührung gewesen war, bakterizide Eigenschaft erlangt hatte. Es wurde dabei so vorgegangen, daß entsprechende Metallfolien mit einer Oberfläche von je 70 cm² in 30 ccm keimfreies destilliertes Wasser verbracht und darin 6 Tage belassen wurden; den Kolben wurde dann 10 ccm Wasser entnommen und wie im vorhergehenden Versuch mit B. coli und Staph. aureus beimpft. In Abschnitten von je einer Stunde wurden Wasser-

proben auf die gleichen Nährböden verbracht und 24 Stunden im Brutschrank bebrütet. Es ergab sich, daß in keinem der so behandelten Wasser eine Abtötung der Keime eingetreten, eine Aktivierung des Wassers demnach nicht erfolgt war.

Die Hauptversuche wurden mit dem Katadyn-Sterilisator von Krause ausgeführt. Dieser Sterilisator ist eine Porzellanflasche mit verengtem Hals und Schraubverschluß, deren Inhalt 2 Liter beträgt. Diese Flasche ist mit Porzellankörpern von Ringform gefüllt, die mit einem Überzug aus Katadyn-Silber versehen sind. Der Silberüberzug, der infolge der großen Zahl der Porzellankörper (5—600) eine große Reaktionsfläche darbietet, ist nach der Bläh- oder Verblasmethode, dem sogenannten Katadyn-Verfahren nach Krause hergestellt. Nach Angabe genügt das im Sterilisator enthaltene Silberdepot, um mehr als 1 Million Liter Wasser zu entkeimen und gleichzeitig dem Wasser selbst bakterizide Kraft zu verleihen. Auch nach Aufhebung des Kontaktes mit dem Silber behält das Wasser seine bakteriziden Eigenschaften, die als Aktivierung bezeichnet werden. Die Zeit, die nötig ist, dem im Katadyn-Sterilisator befindlichen Wasser die bakterizide Kraft zu verleihen, wird Aktivierungszeit und die Zeit, die dieses Wasser benötigt, um Bakterien abzutöten, Sterilisierungszeit genannt.

2. Prüfung des Katadyn-Sterilisators von Krause.

Die Prüfung des Katadyn-Sterilisators erfolgte auf folgende Weise. Der Apparat wurde mit vorher im Autoklav sterilisiertem Wasser gefüllt, dann mit B. coli beimpft. Die Keimzahl wurde so gewählt, daß auf 1 ccm 1 Million Keime entfielen. Als Kontrollversuch wurden 2 Liter keimfreies destiliertes Wasser in einem Glaskolben mit der entsprechenden Menge von B. coli besät. Beide Male wurden Wasserproben in Abschnitten von $^1/_2$ Stunde auf Lackmusmilchzucker-Agarplatten überimpft. Nach 24stündigem Aufenthalt im Brutschrank bei 37° C zeigte sich, daß nach $^1/_2$ Stunde sämtliche Colibakterien durch das im Sterilisator aktivierte Wasser abgetötet waren. Die mit dem Kontrollwasser beimpften Platten zeigten dagegen volle Entwicklung des B. coli.

Tabelle II.

Abtötung von B.coli im Katadyn-Sterilisator.

Entnahme der Proben	Sterilisator	Kontrolle
	B.coli	B.coli
nach 0 Stunden	+	+
„ ½ „	−	+
„ 1 „	−	+
„ 2 „	−	+
„ 4 „	−	+
„ 12 „	−	+
„ 24 „	−	+

+ = Wachstum − = kein Wachstum

3. Untersuchung vom aktiviertem Wasser auf seine oligodynamische Wirkung.

a) Reagenzglasversuche.

Es war nicht Zweck, nachzuprüfen, in welcher Zeit die Bakterien im Katadyn-Sterilisator vernichtet werden, sondern die bakteriziden Wirkungen des aktivierten Wassers, das dem Apparat entnommen war, festzustellen. Diese Nachprüfungen wurden zunächst wieder mit B.coli und Staph.aureus angestellt.

Folgende Versuchsanordnung wurde gewählt. Der Katadyn-Sterilisator wurde mit destilliertem vorher im Autoklaven sterilisiertem Wasser gefüllt. In Abständen von je ½ Stunde wurden dem Apparat 10 ccm Wasser entnommen und in sterile Reagenzgläser verbracht. Eine Reihe der Wasserproben wurde mit B.coli, die andere mit Staph. aureus beimpft und in Abständen von je einer Stunde Proben entnommen und auf Nährböden ausgestrichen. Nach einer Bebrütungsdauer von 24 Stunden wurde das Wachstumsergebnis festgestellt und mit den Kontrollen von beimpftem, nicht aktiviertem Wasser verglichen. Der Zweck der Reagenzglasversuche war festzustellen, einmal, nach welcher Zeit das Wasser sich mit der größten Silbermenge beladen hatte (Aktivierungszeit), zum anderen, in welcher Zeit das aktivierte Wasser eine bestimmte Bakterienmenge abzutöten vermochte (Sterilisierungszeit). Es zeigte sich, daß das Wasser bereits nach ½-stündigem Aufenthalt im Sterilisator bakterizide Eigenschaft angenommen hatte; B.coli

war nach 5-stündigem, Staph.aureus nach 3-stündigem Aufenthalt in diesem Wasser abgetötet. Bei entsprechend längerer Aktivierungszeit des Wassers im Katadyn-Sterilisator erhöhte sich die bakterizide Kraft in der Weise, daß sie bis zur 3.—4. Stunde schnell, dann langsam weiter bis zur 24. Stunde zunahm. Nach 24-stündigem Kontakt mit dem Katadyn-Silber wurde keine weitere Steigerung der oligodynamischen Wirksamkeit beobachtet. Aus dieser Feststellung ist zu schließen, daß über eine bestimmte Zeit hinaus das Wasser durch Kontakt mit dem Katadyn-Silber nicht weiter oligodynamisch aufgeladen werden kann, obgleich das Silber ausreicht, um weiteres neues Wasser zu aktivieren. Diese Erscheinung würde vielleicht so zu erklären sein, daß das vollständig bis zur äußersten Grenze (24 Stunden) aktivierte Wasser eine gesättigte oligodynamische Lösung darstellt.

Die Prüfung des aktivierten Wassers mit B.coli und Staph. aureus ergab, daß

B.coli nach einer Aktivierungszeit

von	1	Std.	nach	5	Stunden	abgetötet	war,
„	2	„	„	4	„	„	„
„	3—6	„	„	3	„	„	„
„	10—24	„	„	1	„	„	„

Staph. aureus nach einer Aktivierungszeit

von	1	Std.	nach	3	Stunden	abgetötet	war,
„	2	„	„	2	„	„	„
„	3—24	„	„	1	„	„	„

Da nun diese Untersuchungen ergeben hatten, daß der größte Effekt nach einer Aktivierung von 24 Stunden erreicht war, wurde zur genaueren Feststellung der Abtötungszeit eine veränderte Versuchsanordnung angewandt und das Wasser 1, 2, 3, 4 bis zu 10 Tagen im Sterilisator aktiviert; in Abständen von je 15 Minuten wurden dann vom beimpften Wasser Proben auf Nährböden verbracht. Als weiterer Keim wurde Oidium lactis benutzt. Das Ergebnis entsprach den Erwartungen. Es bestätigte sich die Annahme, daß eine längere Aktivierung als bis zu 24 Stunden keinen erhöhten Sterilisierungseffekt zur Folge hatte. Die Abtötung der Bakterien geschah

nicht plötzlich, sondern verzögert in der Weise, daß die Keimzahl allmählich abnahm.

Bei einer Aktivierung von 1—10 Tagen war das Ergebnis folgendes:

Geprüfte Bakterien	Abtötung	Keimabnahme
Staph. aureus	nach 1 Std.	nach 15 Min.
B. coli	nach 45 Min.	nach 15 Min.
Odium lactis	nach $1^1/_2$ Std.	nach 50 Min.

Außer saprophytischen Keimen finden sich in der Mundhöhle eine große Zahl pathogener Bakterien, deren Abtötung von großer Wichtigkeit ist.

Um die Wirkung von Katadyn-Wasser auf solche Keime zu prüfen, wurden Reagenzglasversuche mit hämolytischen Streptokokken, Diphtheriebakterien und Pneumokokken angestellt. Die mit diesen erhaltenen Ergebnisse zeigten gegenüber den Versuchen mit Saprophyten manche Unterschiede.

Abtötung verschiedener pathogener Bakterien nach einer Aktivierungszeit des zu prüfenden Wassers von 1—10 Tagen:

Geprüfte Bakterien	Abtötung	Keimabnahme
Str. haemolyticus	nach 1 Std.	nach 15 Min.
B. diphtheriae	nach 2 Std.	nach 1 Std.
Dipl. pneumoniae	nach 3 Std.	nach 1 Std.

Weitere Reagenzglasversuche betrafen die Prüfung der Wirkung des aktivierten Wassers auf verschiedene Mundbakterien. Es wurden dazu aus der Mundhöhle einer Versuchsperson folgende Keime isoliert: Mikrokokken (Staphylokokken 2 Stämme), Streptokken und gramnegative Kurzstäbchen der Coligruppe; ferner wurde die Wirkung des Katadyn-Wassers auf die gemischte Mundbakterienflora geprüft, indem Mundspülwasser von einer Versuchsperson in einem sterilen Gefäß aufgefangen und mit diesem das aktivierte Wasser beimpft wurde.

Abtötung von verschiedenen Keimen aus der Mundhöhle nach einer Aktivierungszeit des Wassers von 1—10 Tagen:

Geprüfte Bakterien	Abtötung	Keimabnahme
Staphylokokken (2 St.)	nach 45 Min.	nach 15 Min.
Streptokokken	nach 40 Min.	nach 15 Min.
Gramnegative Stäbchen	nach 1 Std.	nach 30 Min.
Gemischte Mundflora	nach 1 Std.	nach 30 Min.

b) Mundspülversuche.

Nach den Reagenzglasversuchen war anzunehmen, daß eine Beeinflussung des Keimgehaltes der Mundhöhle durch Verwendung von Katadyn- Wasser zu Spülzwecken im Bereiche der Möglichkeit lag. Zur Klärung dieser Frage wurden Mundspülversuche vorgenommen. Diese bestanden darin, daß eine Versuchsperson 20 Tage nacheinander die Mundhöhle mit 24stündig aktiviertem Wasser spülte und anschließend zum Vergleiche die gleiche Zeit mit physiologischer Kochsalzlösung Mundspülungen vornahm. Die Spülungen wurden morgens vorgenommen, bevor eine mechanische Reinigung mit Zahnbürste oder Paste oder irgendwelchen Mundwässern stattgefunden hatte. Die Menge des Spülmittels betrug in allen Fällen 50 ccm, die in mehreren Einzelportionen verwandt wurde. Da diese Versuche möglichst die übliche Verwendungsart eines gebräuchlichen Mundwassers nachahmen sollten, betrug die Dauer jeder Spülung 5 Minuten; längere Zeiten kommen auch für die tägliche Mundspülung nicht in Betracht. Längeres Verweilen von Wasser in der Mundhöhle verursachte unangenehme Empfindungen. Das Spülwasser wurde in einem sterilen Glas aufgefangen und in der Menge von 0,1 ccm und 0,05 ccm einer Verdünnung von 1:1000 in flüssigem Agar verbracht, der in sterile Petrischalen ausgegossen wurde. Nach einem Aufenthalt der Schalen von 24 Stunden im Brutschrank bei 37° C wurde mittels des Zählapparates von Wolfhügel die Zahl der Keime festgestellt.

Von vornherein war anzunehmen, daß die Zahl der ermittelten Keime im Spülwasser nicht der tatsächlichen Keimzahl der Mundhöhle entspricht. Dieser Fehler war aber ohne Belang, weil die Katadyn- und Kontrollversuche mit Kochsalzlösung unter gleichen Versuchsbedingungen angestellt wurden. Die Berechtigung war somit gegeben, beide Werte miteinander zu vergleichen.

Die Keimzahl betrug bei Spülungen mit

Katadyn-Wasser		**phys. Kochsalzlösung**	
1. Tag	7,7 Millionen	1. Tag	7,5 Millionen
2. „	9,0 „	2. „	7,0 „
3. „	5,5 „	3. „	5,0 „

4. Tag	4,5	Millionen	4. Tag	8,5	Millionen
5. „	3,7	„	5. „	7,5	„
6. „	1,8	„	6. „	2,7	„
7. „	4,0	„	7. „	3,5	„
8. „	5,0	„	8. „	3,0	„
9. „	7,5	„	9. „	6,5	„
10. „	6,0	„	10. „	5,5	„
11. „	5,6	„	11. „	5,0	„
12. „	7,4	„	12. „	3,5	„
13. „	2,7	„	13. „	3,2	„
14. „	3,6	„	14. „	5,2	„
15. „	6,8	„	15. „	5,5	„
16. „	7,1	„	16. „	2,9	„
17. „	4,5	„	17. „	3,0	„
18. „	8,0	„	18. „	5,8	„
19. „	6,5	„	19. „	7,2	„
20. „	4,1	„	20. „	5,2	„

Es ergab sich somit, daß der Keimgehalt des Spülwassers nicht konstant, sondern dauernd veränderlich war. Es läßt sich folgern, daß die Zahl der sich im Munde befindlichen Keime ebenfalls nicht gleichbleibend und großen Schwankungen unterworfen ist. Auch war eine Verminderung des Keimgehaltes durch die Spülung mit Katadyn-Wasser nicht eingetreten. Die Bakterienzahl schwankte bei Katadyn-Wasser zwischen 1,8 und 9 Millionen, bei Kochsalzlösung zwischen 2,7 und 8,5 Millionen. Wiederholte Spülungen mit aktiviertem Wasser hatten den gleichen Befund. Das aktivierte Wasser hatte somit keine merkbare Verminderung der Keimzahl in der Mundhöhle bewirkt.

4. Untersuchungen von Katadyn-Bolus.

Weitere Untersuchungen wurden mit Katadyn-Bolus angestellt. Bolus alba dient hierbei als Träger des Katadyn-Silbers. Auch in diesem Falle wurden Reagenzglas- und Mundspülversuche vorgenommen.

a) Reagenzglasversuche.

Zur Prüfung der bakteriziden Wirkung von Katadyn-Bolus wurde B. coli, Staph. aureus, gemischte Mundbakterienflora

verwandt, ferner als pathogene Keime B. diphtheriae, Dipl. pneumoniae und Str. haemolyticus. Der Bolus wurde in Form einer Suspension in destilliertem frisch sterilisiertem Wasser in Mengen von je 10 ccm benutzt. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei den vorher beschriebenen Reagenzglasversuchen. Zur Kontrolle diente Bolus alba, dessen Wirkung auf die Bakterien auf die gleiche Weise geprüft wurde. Es ergab sich aus diesen Versuchen, daß Katadyn-Bolus B. coli und Staph. aureus nach 30 Minuten abgetötet hatte, die Keimverminderung setzte nach 15 Minuten ein. Gemischte Mundbakterienflora war nach 45 Minuten durch Katadyn-Bolus abgetötet, die Keimverminderung begann auch hier nach 15 Minuten. Streptokokken waren nach 45 Minuten, Diphtheriebazillen nach 1 Stunde, Pneumokokken nach 2 Stunden vernichtet. Die Keimverminderung trat bei Streptokokken und Diphtheriebazillen nach 30 Minuten, bei Pneumokokken nach 60 Minuten ein.

Die Ergebnisse der Reagenzglasversuche sind in Tab. III zusammengefaßt.

Tabelle III.
Reagenzglasversuche mit Katadyn-Bolus.

Entnahme der Proben	Coli	Staph.	Mundflora	Strept.	Diph.	Pneumokokken
nach 0 Min.	++	++	++	++	++	++
„ 5 „	++	++	++	++	++	++
„ 10 „	++	++	++	++	++	++
„ 15 „	+	+	+	++	++	++
„ 30 „	−	−	+	+	+	++
„ 45 „			−	−	+	++
„ 1 Std.					−	+
„ 2 „						−

++ = Wachstum + = Keimabnahme − = kein Wachstum

Bolus alba zeigte in den Kontrollversuchen bei gleicher Versuchsanordnung keine bakterizide Wirkung.

b) Mundspülversuche.

Als Spülflüssigkeit diente eine Suspension von Katadyn-Bolus in Portionen von je 50 ccm. Vor dem Spülen wurde

die Flüssigkeit stark geschüttelt, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Pulverteilchen zu erreichen. Im übrigen war die Versuchsanordnung dieselbe wie bei den Mundspülversuchen mit Katadyn-Wasser.

Die Zählung der Keime ergab, daß der Bakteriengehalt des Spülwassers niedriger war (im Durchschnitt 1.9 Millionen) als bei den Kontrollversuchen mit Bolus alba (im Durchschnitt 5,9 Millionen). Ferner zeigte sich, daß die Keimzahlen ebenfalls niedriger waren als bei den früheren Versuchen mit Katadyn-Wasser (im Durchschnitt 5,5 Millionen) und Kochsalzlösung (im Durchschnitt 5,0 Millionen). Auch ergaben sich nicht die großen Schwankungen der Keimzahlen wie bei den anderen Versuchen. Das Minimum lag bei 1,2 Millionen, das Maximum bei 3,1 Millionen.

Die Keimzahlen bei den Spülversuchen waren bei Verwendung von:

Katadyn-Bolus			**Bolus alba**		
1. Tag	1,2	Millionen	1. Tag	5,3	Millionen
2. „	2,6	„	2. „	8,4	„
3. „	2,1	„	3. „	6,5	„
4. „	1,9	„	4. „	3,2	„
5. „	3,1	„	5. „	5,4	„
6. „	3,0	„	6. „	4,8	„
7. „	1,7	„	7. „	4,2	„
8. „	1,3	„	8. „	5,1	„
9. „	1,4	„	9. „	5,2	„
10. „	1,2	„	10. „	4,7	„
11. „	2,7	„	11. „	7,1	„
12. „	2,0	„	12. „	7,8	„
13. „	1,6	„	13. „	6,1	„
14. „	1,4	„	14. „	6,7	„
15. „	2,0	„	15. „	4.5	„
16. „	1,6	„	16. „	3,2	„
17. „	1,9	„	17. „	2,5	„
18. „	2,5	„	18. „	4,9	„
19. „	1,7	„	19. „	6,7	„
20. „	1,5	„	20. „	5,8	„

Besprechung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Vorversuche mit den Metallfolien entsprachen den Erwartungen insofern, als sich Silber und Kupfer als oligodynamisch wirksam erwiesen. Eine Abweichung von den Befunden früherer von anderer Seite gemachter Versuche zeigte sich darin, daß eine Aktivierung von Wasser durch längeren Kontakt (6 Tage) durch die Folien nicht erreicht wurde.

Die Prüfung des Katadyn-Sterilisators erbrachte eine Bestätigung der Angaben von *Krause, Degkwitz* und *Konrich.* Innerhalb einer halben Stunde waren Bakterieneinsaaten von 1 Million Keime auf 1 ccm Wasser abgetötet; ein Erfolg, der bei der bisherigen Anwendung des Silbers nicht erreicht wurde. Die erhöhte Wirksamkeit ist auf die bakterizide Kraft des Katadyn-Silbers zurückzuführen.

Die Prüfung des im Katadyn-Sterilisator aktivierten Wassers mit den verschiedensten Bakterienstämmen ergab, daß die bakterizide Kraft des aktivierten Wassers allmählich je nach Dauer des Kontaktes von Katadyn-Silber mit dem Wasser zunimmt, daß aber über ein gewisses Maß hinaus das Wasser nicht weiter oligodynamisch aufgeladen werden kann. Auf diese Erscheinung hat bereits *Degkwitz* hingewiesen. Abweichend von *Krause* wurde weiter festgestellt, daß bei gleichbleibender Aktivierungszeit und Keimmenge für die Abtötung verschiedener Bakterienarten auch verschiedene Zeiten benötigt werden. *Krause* hatte gefunden, daß alle von ihm geprüften Keime (auch pathogene) zu annähernd den gleichen Zeiten wie B. coli vernichtet wurden. Dagegen zeigen die eigenen Versuchsergebnisse, daß jede Bakterienart eine für sie besondere Abtötungszeit benötigt. So war z. B. nach einer Aktivierungszeit des Wassers von 1—10 Tagen bei gleichen Keimmengen B. coli nach 45 Minuten, dagegen B. diphtheriae nach 2 Stunden und Dipl. pneumoniae nach 3 Stunden abgetötet.

Eichbaum hat für die Wertbestimmung einzelner oligodynamisch wirksamer Wässer die Herstellung einer Standardlösung vorgeschlagen, in der Art, daß Wasser durch Kontakt mit schwer löslichem Silberoxyd während eines zeitlich genau begrenzten Abschnittes aktiviert und die Wirkung dieses Wassers durch die bakterizide Fähigkeit gegenüber einem

Colistamm bekannter Siberresistenz bestimmt wird. Für die Prüfung des in den eigenen Versuchen verwandten aktivierten Wassers erübrigte sich die Herstellung eines Standardwassers, da die Aktivierung des zu prüfenden Wassers stets in demselben Katadyn-Sterilisator und unter denselben Bedingungen, (Temperatur, Sauerstoffzufuhr, Salzgehalt des Wassers) vorgenommen wurde.

Die Mundspülversuche mit Katadyn-Wasser zeigten, daß eine Verminderung des Keimgehaltes der Mundhöhle durch Spülung mit aktiviertem Wasser nicht zu erreichen ist. Dies mag darauf zurückzuführen sein, daß das Wasser zu kurze Zeit mit der Mundschleimhaut und den Zähnen in Berührung bleibt, oder daß durch den schleimhaltigen Speichel die oligodynamische Wirksamkeit herabgesetzt wird. Eine Nachwirkung des aktivierten Wassers in der Mundhöhle, die sich durch eine konstante Abnahme des Keimgehaltes des Spülwassers auswirken müßte, war nicht festzustellen, sowohl am Anfang, in der Mitte wie am Ende der 20tägigen Spülungsperioden zeigte sich hoher Keimgehalt im Spülwasser.

Die Reagenzglasversuche mit Katadyn-Bolus ergaben, daß Katadyn-Bolus stärker bakterizid wirkt, als aktiviertes Wassers. Die erhöhte Wirksamkeit beruht auf zwei Faktoren: der Adsorptionskraft des Bolus und der oligodynamischen Silberwirkung. Auch hier zeigte sich wieder, daß jede Bakterienart besondere Abtötungszeit benötigt Es wurden bei gleicher Keimzahl B. coli nach 30 Minuten, B. diphtheriae nach 1 Stunde und Dipl. pneumoniae nach 2 Stunden abgetötet.

Mundspülversuche mit Katadyn-Bolus ergaben eine starke Verminderung des Keimgehaltes im Spülwasser. Auch hier kommen wieder zwei Faktoren, die Adsorptionskraft des Bolus und die oligodynamische Silberwirkung, in Betracht. Eine Nachwirkung des Katadyn-Bolus war nicht zu beobachten; hohe und niedrige Keimzahlen fanden sich am Anfang, in der Mitte wie am Ende der Versuchsreihe.

Als Resultat der gesamten Untersuchungen hat sich ergeben:

1. Von den geprüften Metallen Silber, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn und Aluminium zeigten im Reagenzglasversuch nur Silber und Kupfer oligodynamische

Wirkung, eine Wasseraktivierung gelang nicht.

2. Der Katadyn-Sterilisator hat sich zur Entkeimung bakterienhaltigen Wassers bewährt.
3. Reagenzglasversuche mit aktiviertem Wasser haben gezeigt, daß die größte bakterizide Kraft dem Wasser nach einem 24 stündigen Kontakt mit dem Katadyn-Silber verliehen wird und das aktivierte Wasser imstande ist, Bakterien abzutöten.
4. Mundspülversuche mit aktiviertem Wasser haben ergeben. daß eine Verminderung der Keime in der Mundhöhle nicht erreicht wurde.
5. Versuche mit Katadyn-Bolus bewirkten sowohl im Reagenzglas wie in der Mundhöhle eine starke Keimverminderung. Katadyn-Bolus scheint daher ein Mittel zu sein, um den Keimgehalt des Mundes zu vermindern.

Literaturverzeichnis

R. Bassenge	Über die desinfizierende Wirkung einiger gebräuchlicher Zahn- und Mundwässer auf pathogene Bakterien, Dtsch. med. Wschr. 1909 S. 1436.
H. Bechhold	Chlorsilber-Kieselsäure, Münch. med. Wschr. 1925, S. 1625.
H. Bechhold	Silberkohle und Silberbolus. Münch. med. Wschr. 1923. S. 1149.
H. Bechhold u. L. Kleiner	Spezifische Adsorptionstherapie. Münch. med. Wschr. 1927. S. 631.
R. Degkwitz	Neue Wege zur Sterilisierung. Klin. Wschr. 1929, S. 342.
F. Eichbaum	Die Wertbestimmung „oligodynamischer" Silberwässer im biologischen Versuch. Ztbl. f. Bakter. I Origin. 126, 128. 1932.
Fresenius	Die Verwendbarkeit des Katadynverfahrens in der Mineralwasserindustrie, Angew. Chemie 29. 479. 1932.
Fromme u. Blessing	Über den Desinfektionswert einiger neuer Zahnpasten. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilkunde 9, 665. 1914.
A. Grabner	Klinische Erfahrungen mit Silargetten. Ztschr. f. Stomatologie, Heft 6, 1931.

H. Gottschalk Über die Beeinflussung der oligodynamischen Wirkung. Ztbl. f. Bakter. I Origin. 123, 468.

C. Hartung Zur Frage der prophylaktischen und therapeutischen Mundhöhlenantisepsis, Münch. med. Wschr. 1932, S. 21.

R. Hefelmann Über die Einwirkung der gebräuchlichsten Zahnwässer auf die Zahnsubstanz. Dtsch. med. Ztg. 1894, Nr. 47.

R. Hefelmann Über die Wirkung des Odols im Munde. Allg. med. Zentralztg. Nr. 55—56, 1899.

F. Hoder Untersuchungen über die bakterizide Wirkung von Silargetten. Fortschr. Ther. 14, 445, 1931.

H. Januschke Entzündungsstudien III. Silargetten bei Angina, Pharyngitis nnd Stomatitis, Wien. med. Wschr. Nr. 8, 1931.

L. Jehle Silargetten ein Adsorptiv-Prophylaktikum des Mundrachens. Wien. med. Wschr. Nr. 1, 1932.

A. Karsten Über einen neuen Weg zur Wasserentkeimung. Heerestechnik 6, 1930.

F. Konrich Über die oligodynamische Trinkwassersterilisierung vermittelst des Katadynverfahrens. Gesundheits-Ing. Heft 47, 1929.

F. Konrich Über die Kombinierung keimdichter Filter mit Katadyn (oligodynamischer Wirkung). Das Gas- und Wasserfach, Heft 15, 1931.

G. A. Krause Neue Wege zur Wassersterilisierung (Katadyn), München 1928.

G. A. Krause Oligodynamische Wassersterilisierung durch Katadyn-Silber. Gesundheits-Ingenieur 52, 500, 1929,

G. A. Krause Katadyn, ein neues Verfahren zur Wassersterilisierung. Schweizer Apothekerztg. 67, 97, 1929.

W. Kraus Adsorptiv-Desinfektion der Mund- und Rachenhöhle mit Silargel. Diss. Erlangen 1932.

P. Krüger Ist eine Desinfektion der Mundschleimhaut für Injektionen innerhalb der Mundhöhle möglich? Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1922, S. 517.

Küster u. Weisbach Welches ist die beste Methode zur Reinigung der Mundhöhle? Monatsschr. f. Zahnheilk. 1913, S. 123.

M. Loewe. Moderne Mundwässer, Ztbl. f. Bakter. I Origin. 30, 831.

Manasse Ist Mundhygiene Kosmetik oder Therapie? Dtsch. zahnärztl. Monatsschr. Bd. 3, 1931.

Maurer Silargetten, ein neues Desinfizienz der Mund- und Rachenhöhle. Münch. med. Wschr. 1931, S. 1529.

I. Markvoort u. T. Wieringa Über die oligodynamische Wirkung der Metalle. Chem. Weekbl. 29, 242—247, 1929. Wageningen, Landbowhoogeschool. Chem. Ztbl. 2, 415, 1932.

I. Markwalder Über die Möglichkeit einer inneren Desinfektion. Schweiz. med. Wschr. 1929, S. 503.

W. D. Miller Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Leipzig 1880, S. 179 ff.

I. Pélnàr (Bömisch), Bakteriologische Untersuchungen über die Wirksamkeit unserer Mundwässer, Ztbl. f. Bakter. I Ref. 25, 105.

R. Polland Entkeimung der Mundhöhle durch Silargetten. Wien. med. Wschr. Nr. 8, 1931.

P. Saxel	Über die keimtötende Fernwirkung von Metallen (oligodynamische Wirkung). Wien. klin. Wschr. 1917, S. 714.
C. Schupfer	Über die Verwendbarkeit der Silargetten in der dentalen Mund- und Kieferchirurgie. Wien. med. Wschr. Nr. 3, 1932.
R. Seiffert	Untersuchungen über Mundwässer. Journal f. Zahnheilk. VIII. Jahrgang, Nr. 29/30.
E. Selander	Über die desinfizierende Wirkung einiger gebräuchlicher Zahnpasten. Dtsch. med. Wschr. 1910, S. 1666.
H. Thiele u. K. Wolf	Über die bakterienschädigende Einwirkung der Metalle. Arch. Hygiene 34, 43, 1899.
A. Thieme	Katadyn, eine neue Methode der Wasserentkeimung. Chemikerztg. 29, 285, 1929.
E. Urbantschitsch	Ein Adsorptiv-Prophylaktikum des Mundrachens „Silargetten". Wien. med. Wschr. Nr. 11, 1931.
E. Walter	Über die desinfektorische Wirkung der Zahnkreme Kolynos. Ztbl. f. Bakter. I, Origin. 51. 434, 1909.
W. Weichardt	Über die Verwendung von Kaugummipräparaten zur Desinfektion der Mundhöhle. Zahnärztl. Rundschau, 48, 1930.
K. Wendt-Dimkowa	Experimentelle Untersuchungen über die Kolynos-Zahnpaste. Deutsch. zahnärztl. Wschr. 5, 260, 1921.
R. Wernicke u. F. Modern	Die oligodynamische Wirkung des Silbers. Biochem. Ztschr. 214, 187, 1929.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich am 22. März 1901 in Klein-Waabs als Sohn des Hauptlehrers und Organisten Ferdinand Goetze. Das Zeugnis der Reife erlangte ich auf der Oberrealschule II in Kiel am 8. Februar 1921. Zahnheilkunde studierte ich seit 1927 in Rostock, wo ich das Vorexamen am 19. November 1928, das Staatsexamen am 30. Januar 1931 bestand.